

ANEXO 6 - CRITÉRIOS PARA UTILIZAÇÃO AGRÍCOLA DE LODO DE ETE

1. OBJETIVO

Estabelecer critérios e procedimentos para o uso, em áreas agrícolas, de lodo de esgoto gerado em estação de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, visando benefícios à agricultura e evitando riscos à saúde pública e ao ambiente.

2. APLICABILIDADE

Os lodos gerados em sistemas de tratamento de esgoto, para terem aplicação agrícola, deverão ser submetidos a processo de redução de patógenos e da atratividade de vetores, de acordo com o Anexo 6A desta Resolução.

É proibida a importação de lodo de esgoto ou produto derivado.

Esta Resolução não se aplica a lodo de estação de tratamento de efluentes de processos industriais.

Esta Resolução veta a utilização agrícola de:

- I - lodo de estação de tratamento de efluentes de instalações hospitalares;
- II - lodo de estação de tratamento de efluentes de portos e aeroportos;
- III - resíduos de gradeamento;
- IV - resíduos de desarenador;
- V - material lipídico sobrenadante de decantadores primários, das caixas de gordura e dos reatores anaeróbicos;
- VI - lodos provenientes de sistema de tratamento individual, coletados por veículos, antes de seu tratamento por uma estação de tratamento de esgoto;
- VII - lodo de esgoto não estabilizado; e
- VIII - lodos classificados como perigosos de acordo com as normas brasileiras vigentes.

3. CRITÉRIOS PARA UTILIZAÇÃO AGRÍCOLA DE LODOS DE ESGOTOS

Os lotes de lodo de esgoto e de produtos derivados, para o uso agrícola, devem respeitar os limites estabelecidos nas tabelas 1 e 2, deste anexo.

Não poderão ser misturados lodos de esgoto que não atendam as características definidas como requisitos mínimos de qualidade do lodo de esgoto ou produto derivado destinado à agricultura nas tabelas 1 e 2, deste Anexo.

Para o uso de lodo de esgoto como componente de produtos derivados destinados para uso agrícola, o lote deverá atender aos limites para as substâncias potencialmente tóxicas, definidos na Tabela 1, deste Anexo.

3.1 QUALIDADE DO LODO DE ESGOTO

A caracterização do lodo de esgoto ou produto derivado a ser aplicado deve incluir os seguintes aspectos:

I - potencial agronômico;

II - substâncias inorgânicas e orgânicas potencialmente tóxicas;

III - indicadores bacteriológicos e agentes patogênicos; e

IV - estabilidade.

3.1.1 POTENCIAL AGRONÔMICO

Para a caracterização do potencial agronômico do lodo de esgoto ou produto derivado deverão ser determinados, de acordo com os Anexos 6B, 6C e 6D, os seguintes parâmetros:

I - carbono orgânico;

II - fósforo total;

III - nitrogênio Kjeldahl;

IV - nitrogênio amoniacal;

V - nitrogênio nitrato/nitrito;

VI - pH em água (1:10);

VII - potássio total;

VIII - sódio total;

IX - enxofre total;

X - cálcio total;

XI - magnésio total;

XII - umidade; e

XIII - sólidos voláteis e totais.

3.1.2 SUBSTÂNCIAS INORGÂNICAS

Para a caracterização química do lodo de esgoto ou produto derivado quanto à presença de substâncias inorgânicas, deverão ser determinadas, de acordo com os Anexos 6B e 6D, as seguintes substâncias:

I - Arsênio;

II - Bário;

III - Cádmiio;

IV - Chumbo;

V - Cobre;

VI - Cromo;

VII - Mercúrio;

VIII - Molibdênio;

IX - Níquel;

X - Selênio; e

XI - Zinco.

3.1.3.SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS

Para a caracterização química do lodo de esgoto ou produto derivado quanto à presença de substâncias orgânicas, deverão ser determinadas, de acordo com os Anexos 6B e 6D, as substâncias indicadas na Tabela 3 do Anexo 6E, inclusive quantitativamente.

Em função das características específicas da bacia de esgotamento sanitário e dos efluentes recebidos, as UGLs poderão requerer, junto ao órgão ambiental competente, dispensa ou alteração da lista de substâncias orgânicas a serem analisadas nos lotes de lodo de esgoto ou produto derivado.

3.1.4 AGENTES PATOGÊNICOS E INDICADORES BACTERIOLÓGICOS

Para a caracterização do lodo de esgoto ou produto derivado quanto à presença de agentes patogênicos e indicadores bacteriológicos, deverão ser determinadas, de acordo com os Anexos 6B e 6D, e as concentrações de:

I - coliformes termotolerantes;

II - ovos viáveis de helmintos;

III - Salmonella; e

IV - vírus entéricos.

3.1.5 ESTABILIDADE

Para fins de utilização agrícola, o lodo de esgoto ou produto derivado será considerado estável se a relação entre sólidos voláteis e sólidos totais for inferior a 0,70.

3.1.6 REQUISITOS MÍNIMOS DE QUALIDADE DO LODO DE ESGOTO OU PRODUTO DERIVADO DESTINADO A AGRICULTURA

Os lotes de lodo de esgoto e de produtos derivados, para o uso agrícola, devem respeitar os limites máximos de concentração das Tabelas 1 e 2, a seguir especificadas:

Tabela 1. Lodos de esgoto ou produto derivado - substâncias inorgânicas

Substâncias Inorgânicas	Concentração Máxima permitida no lodo de esgoto ou produto derivado (mg/kg, base seca)
Arsênio	41
Bário	1300
Cádmio	20
Chumbo	300
Cobre	1000
Cromio	1000
Mercúrio	16
Molibdênio	50
Níquel	420
Selênio	100
Zinco	2500

Tabela 2. Lodo de esgoto ou produto derivado - agentes patogênicos

Patógenos	Concentração
Coliformes Termotolerantes	<103 NMP / g de ST
Ovos viáveis de helmintos	< 0,25 ovo / g de ST
Salmonella	ausência em 10 g de ST
Vírus	<0,25 UFP ou UFF/g de ST

ST: Sólidos Totais; NMP: Número Mais Provável; UFF: Unidade Formadora de Foco; UFP:

Unidade Formadora de Placa

4. QUALIDADE IMPRÓPRIA

Os lotes de lodo de esgoto ou produto derivado, para uso agrícola que não se enquadrarem nos limites e critérios definidos nesta resolução deverão receber outra

forma de destinação final, devidamente detalhada no processo de licenciamento ambiental e aprovada pelo órgão ambiental licenciador.

5. LICENCIAMENTO

A aplicação de lodo de esgoto e produtos derivados no solo agrícola somente poderá ocorrer mediante a existência de uma UGL devidamente licenciada pelo órgão ambiental competente.

O licenciamento ambiental da UGL deve obedecer aos mesmos procedimentos adotados para as atividades potencialmente poluidoras e/ou modificadoras do meio ambiente, exigidos pelos órgãos ambientais competentes.

O licenciamento ambiental da UGL contemplará obrigatoriamente as áreas de aplicação.

O processo de licenciamento deve prever mecanismos de prestação de informações à população da localidade em que será utilizado o lodo de esgoto ou produto derivado sobre:

I - os benefícios;

II - riscos;

III - tipo e classe de lodo de esgoto ou produto derivado empregado;

IV - critérios de aplicação;

V - procedimentos para evitar a contaminação do meio ambiente e do homem por organismos patogênicos; e

VI - o controle de proliferação de animais vetores.

6. FREQUÊNCIA DE MONITORAMENTO DO LODO DE ESGOTO OU PRODUTO DERIVADO

O monitoramento das características do lodo de esgoto ou produto derivado deverá ser implementado de acordo com os critérios de frequência definidos na Tabela 3.

Tabela 3. Frequência de monitoramento

Quantidade de lodo de esgoto ou produto derivado destinado para aplicação na agricultura em toneladas/ano (base seca)	Frequência de monitoramento
até 60	anual, preferencialmente anterior ao período de maior demanda pelo lodo de esgoto ou produto derivado
de 60 a 240	semestral, preferencialmente anterior aos períodos de maior demanda pelo

	lodo de esgoto ou produto derivado
de 240 a 1.500	trimestral
de 1.500 a 15.000	bimestral
acima de 15.000	mensal

A caracterização do lodo de esgoto ou produto derivado, representada por amostragem, é válida exclusivamente para o lote gerado no período compreendido entre esta amostragem e a subsequente.

Caso os valores para substâncias potencialmente tóxicas alcancem 80% dos limites estabelecidos por esta Resolução, a frequência de monitoramento deverá ser aumentada, segundo parâmetros definidos pelo órgão ambiental competente, e a UGL deverá implementar as medidas adequadas para reduzir estes valores.

A critério do órgão ambiental licenciador, em conjunto com os órgãos de saúde e de agricultura competentes, as frequências de amostragem podem ser aumentadas, devidamente justificadas.

As análises químicas e biológicas previstas neste Anexo devem ser realizadas em laboratórios que adotem os procedimentos de controle de qualidade analítica necessários ao atendimento das condições exigíveis.

7. CULTURAS APTAS A RECEBEREM LODO DE ESGOTO OU PRODUTO DERIVADO

É proibida a utilização de lodo de esgoto ou produto derivado em pastagens e cultivo de olerícolas, tubérculos e raízes, e culturas inundadas, bem como as demais culturas cuja parte comestível entre em contato com o solo.

Em solos onde for aplicado lodo de esgoto ou produto derivado, as pastagens poderão ser implantadas após um período mínimo de 24 meses da última aplicação.

Em solos onde for aplicado lodo de esgoto ou produto derivado, somente poderão ser cultivadas olerícolas, tubérculos, raízes e demais culturas cuja parte comestível entre em contato com o solo bem como cultivos inundáveis, após um período mínimo de 48 meses da última aplicação.

8. APTIDÃO DO SOLO DAS ÁREAS DE APLICAÇÃO E DAS RESTRIÇÕES LOCACIONAIS

8.1. APTIDÃO DAS ÁREAS PARA UTILIZAÇÃO DO LODO DE ESGOTO

As áreas agrícolas para fins de utilização de lodo de esgotos deverão ser avaliadas e classificadas quanto ao potencial ambiental e aptidão dos solos.

A classificação da aptidão dos solos para uso de lodo de esgotos deverá seguir a metodologia proposta por Souza et al. (1994), através de suas propriedades e grau de limitação oferecidos. O sistema classifica o potencial dos solos em classes de aptidão, definidas pelo grau de limitação de impedimento mais forte à aplicação de lodo de esgotos, conforme tabelas 4, 5 e 6, deste anexo.

8.1.1.CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO

Tabela 4 - Critérios para classificação

FATOR	GRAU	CRITÉRIO
Profundidade	0-nulo	Latossolos, Nitossolos, Cambissolos profundos e Argissolos profundos
	2-moderado	Cambissolos com citação de pouca profundidade e Argissolos com citação de pouca profundidade
	3-forte	Neossolos ou outras unidades com citação de solos rasos
Textura superficial	0-nulo	Textura argilosa (35 a 60% de argila)
	1-ligeiro	Textura muito argilosa (> de 60% de argila) Textura média (15-35% de argila)
	2-moderado	Textura siltosa (<35% de argila e <15% de areia)
	3-forte	Textura arenosa (<15% de argila)
Suscetibilidade a erosão	0-nulo	Solos em relevos planos
	1-ligeiro	Solos argilosos ou muito argilosos em relevo suave ondulado
	2-moderado	Solos de textura média ou siltosa em relevo suave ondulado e solos com textura argilosa e muito argilosa em relevo ondulado
	3-forte	Solos em relevo ondulado com textura arenosa e/ou caráter abrupto ou relevo forte ondulado associado à textura muito argilosa
	4-muito forte	Relevo forte ondulado, com textura média e arenosa Relevo montanhoso ou escarpado independente da classe textural
Drenagem	0 nulo	Solos acentuadamente e bem drenados
	1-ligeiro	Fortemente drenados
	2-moderado	Solos moderadamente drenados
	3-forte	Solo imperfeitamente e excessivamente drenado
	4-muito forte	Solos mal e muito mal drenados
Relevo	0-nulo	Relevo plano (0-3%)
	1- ligeiro	Relevo suave ondulado (3-8%)
	2-moderado	Relevo ondulado (8-20%)
	3-forte	Forte: relevo forte ondulado (20-45%)
	4-muito	Relevo montanhoso ou escarpado (maior

	forte	que 45%)
Pedregosidade	0-nulo	Solos sem fase pedregosa
FATOR	GRAU	CRITÉRIO
	2-moderado	Citação de pedregosidade na legenda
	4-forte	Solos com fase pedregosa
Hidromorfismo	0-nulo	Solos sem indicação de hidromorfismo
	2-moderado	Solos com caráter gleico
	3-forte	Solos hidromórficos
pH	0-nulo	Solos com pH inferior a 6,5 para aplicação de lodo calado Qualquer faixa de pH para lodo compostado
	4-forte	Solos com pH igual ou superior a 6,5 para uso de lodo calado

8.1.2. CLASSES DE APTIDÃO PARA UTILIZAÇÃO AGRÍCOLA DO LODO

Partindo-se dos critérios de classificação da aptidão do solo pode-se inferir sobre o grau de limitação e a definição da classe de aptidão do solo para utilização agrícola, conforme tabela abaixo:

Tabela 5 - Classificação da aptidão dos solos para utilização agrícola de lodo

FATORES DE LIMITAÇÃO	GRAU DE LIMITAÇÃO	CLASSE DE APTIDÃO				
		I	II	III	IV	V
	0-nulo	X	X	X	X	X
Profundidade Textura superficial	2-moderado			X	X	X
	3-forte					X
	0-nulo	X	X	X	X	X
	1-ligeiro		X	X	X	X
	2-moderado			X	X	X
	3-forte				X	X
Suscetibilidade a erosão	0-nulo	X	X	X	X	X
	1-ligeiro		X	X	X	X
	2-moderado			X	X	X
	3-forte				X	X
Drenagem	4-muito forte					X
	0-nulo	X	X	X	X	X
	1-ligeiro		X	X	X	X
	2-moderado			X	X	X
	3-forte					X

	4-muito forte					X
	0-nulo	X	X	X	X	X
Relevo	1-ligeiro	X	X	X	X	X
	2-moderada			X	X	X
	3-forte				X	X
	4-muito forte				X	X
Pedregosidade	0-nulo	X	X	X	X	X
	2-moderado				X	X
	4-forte					X
Hidromorfismo	0-nulo	X	X	X	X	X
	2-moderado			X	X	X
	3-forte					X
pH	0-nulo	X	X	X	X	X
	4-forte					X

8.1.3. INTERPRETAÇÃO DA VIABILIDADE DE USO DAS CLASSES DE APTIDÃO

A viabilidade do uso deve ser orientada pela tabela abaixo:

Tabela 6 - Classes de aptidão das terras para utilização agrícola de lodo e recomendações

CLASSE DE APTIDÃO	USO	OBSERVAÇÃO
CLASSE I	permitido	permitida a utilização do lodo de esgoto sem restrições
CLASSE II		
CLASSE III		
CLASSE IV	não recomendado	poderá ser permitido o uso mediante apresentação de fatores atenuantes.
CLASSE V	vetado	não deve ser permitida aplicação

8.2. USO, MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO

As áreas deverão adotar obrigatoriamente técnicas ou práticas de uso, manejo e conservação do solo compatíveis com a sua classificação de aptidão.

8.3. RESTRIÇÕES LOCACIONAIS

Não será permitida a aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado:

I - em unidades de conservação, com exceção das Áreas de Proteção Ambiental-APA;

II - em Área de Preservação Permanente-APP;

III - em Áreas de Proteção aos Mananciais-APMs definidas por legislações estaduais e municipais e em outras áreas de captação de água para abastecimento público, a critério do órgão ambiental competente;

IV - no interior da Zona de Transporte para fontes de águas minerais, balneários e estâncias de águas minerais e potáveis de mesa, definidos na [Portaria DNPM nº 231](#), de 1998;

V - num raio mínimo de 100 m de poços rasos e residências, podendo este limite ser ampliado para garantir que não ocorram incômodos à vizinhança;

VI - numa distância mínima de 15 (quinze) metros de vias de domínio público e drenos interceptadores e divisores de águas superficiais de jusante e de trincheiras drenantes de águas subterrâneas e superficiais;

VII - em área agrícola cuja declividade das parcelas ultrapasse:

a) 8% no caso de aplicação superficial sem incorporação, com adoção de práticas mecânicas de conservação;

b) 15% no caso de aplicação superficial com incorporação;

c) 18% no caso de aplicação subsuperficial e em sulcos d) 25% no caso de aplicação em covas;

VIII - em parcelas com solos com menos de 50 cm de espessura até o horizonte C;

IX - em áreas onde a profundidade do nível do aquífero freático seja inferior a 1,5 m na cota mais baixa do terreno; e

X - em áreas agrícolas definidas como não adequadas por decisão motivada dos órgãos ambientais e de agricultura competentes.

O lodo de esgoto ou produto derivado poderão ser utilizados na zona de amortecimento de unidades de conservação, desde que sejam respeitados as restrições e os cuidados de aplicação previstas nesta Resolução, bem como restrições previstas no Plano de Manejo, mediante prévia autorização do órgão responsável pela administração da unidade de conservação.

No caso da identificação de qualquer efeito adverso decorrente da aplicação de lodos de esgoto ou produto derivado realizada em conformidade com esta Resolução, e com vistas a proteger a saúde humana e o ambiente, as autoridades competentes deverão estabelecer, imediatamente após a mencionada identificação, requisitos complementares aos padrões e critérios insertos nesta Resolução.

9. PROJETO AGRONÔMICO E DAS CONDIÇÕES DE USO

Toda aplicação de lodo de esgoto e produtos derivados em solos agrícolas deve ser obrigatoriamente condicionada à elaboração de um projeto agronômico para as áreas de aplicação, conforme roteiro constante do Anexo 6H, firmado por profissional devidamente habilitado, que atenda aos critérios e procedimentos ora estabelecidos.

A UGL deverá encaminhar ao proprietário e ao arrendatário ou administrador da área, declaração baseada no modelo constante do Anexo 6F, contendo informações sobre as características do lodo de esgoto ou produto derivado, em especial quanto ao tratamento adotado para redução de patógenos e vetores, e orientações quanto à aplicação, baseadas no projeto agrônômico, para aprovação e consentimento dos mesmos.

10. TAXA DE APLICAÇÃO

Deverá ser adotado, para a taxa de aplicação máxima em base seca, o menor valor calculado de acordo com os seguintes critérios:

I - a aplicação máxima anual de lodo de esgoto e produtos derivados em toneladas por hectare não deverá exceder o quociente entre a quantidade de nitrogênio recomendada para a cultura (em kg/ha), segundo a recomendação agrônômica oficial do Estado, e o teor de nitrogênio disponível no lodo de esgoto ou produto derivado (N_{disp} em kg/t), calculado de acordo com o Anexo 6C;

Taxa de aplicação (t/ha) = N recomendado (kg/ha) / N_{disp} (kg/t)

II - o cálculo da taxa de aplicação máxima anual deverá levar em conta os resultados dos ensaios de elevação de pH provocado pelo lodo de esgoto ou produto derivado constantes do Anexo 6B, no solo predominante na região de modo a garantir que o pH final da mistura solo-lodo de esgoto ou produto derivado não ultrapasse o limite de 7,0; e

III - observância dos limites de carga total acumulada teórica no solo quanto à aplicação de substâncias inorgânicas, considerando a Tabela 7, a seguir:

Tabela 7. Cargas acumuladas teóricas permitidas de substâncias inorgânicas pela aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado em solos agrícolas.

Substâncias inorgânicas Carga acumulada teórica permitida de substâncias inorgânicas pela aplicação do lodo de esgoto ou produto derivado (kg/ha)

Substâncias inorgânicas	Carga acumulada teórica permitida de substâncias inorgânicas pela aplicação do lodo de esgoto ou produto derivado (kg/ha)
Arsênio	30
Bário	265
Cádmio	4
Chumbo	41
Cobre	137
Cromio	154
Mercúrio	1,2
Molibdênio	13
Níquel	74
Selênio	13

11. MANUSEIO E APLICAÇÃO

Para o manuseio e a aplicação do lodo de esgoto e seus produtos derivados, a UGL deverá informar ao proprietário, arrendatário, operadores e transportadores as seguintes exigências:

- I - restrições de uso da área e do lodo de esgoto ou produto derivado;
- II - limites da área de aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado estabelecidos no projeto agrônomico;
- III - técnicas e práticas adequadas de conservação de solo e água;
- IV - não aplicar lodo de esgoto ou produto derivado em condições de chuvas;
- V - evitar a aplicação manual de lodo de esgoto ou produto derivado;
- VII - orientar os operadores quanto aos procedimentos de higiene e segurança e ao uso de equipamentos de proteção individual conforme legislação trabalhista;
- VIII - usar equipamento adequado e regulado de forma a garantir a taxa de aplicação prevista no projeto;
- IX - evitar a realização de cultivo ou outro trabalho manual na área que recebeu o lodo de esgoto ou produto derivado, por um período de 30 dias após a aplicação;
- XII - o proprietário ou arrendatário deve notificar quaisquer situações de desconformidade com a execução do projeto agrônomico à UGL que deverá informar imediatamente aos órgãos competentes.

12. CARREGAMENTO, TRANSPORTE E ESTOCAGEM

A UGL é responsável pelo procedimento de carregamento e transporte do lodo de esgoto ou produto derivado, devendo respeitar o disposto no Anexo 6G desta Resolução.

A estocagem do lodo de esgoto ou produto derivado na propriedade deve se restringir a um período máximo de 15 dias, devendo atender aos seguintes critérios:

- I - a declividade da área de estocagem não pode ser superior a 5%; e
- II - a distância mínima do local de estocagem a rios, poços, minas e cursos d'água, canais, lagos e residências deverá respeitar o disposto no item 8, deste Anexo.

É proibida a estocagem diretamente sobre o solo de lodo de esgoto ou produto derivado contendo líquidos livres, cuja identificação deverá ser feita pela norma brasileira vigente.

13. MONITORAMENTO DAS ÁREAS DE APLICAÇÃO DO LODO DE ESGOTO OU PRODUTO DERIVADO

A UGL caracterizará o solo agrícola deverá ser caracterizado pela UGL, antes da primeira aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado, observando o constante nos Anexos 6B e 6D, quanto:

I - aos parâmetros de fertilidade;

II - sódio trocável;

III - condutividade elétrica; e

IV - substâncias inorgânicas.

A utilização da área proposta para aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado dependerá da avaliação da qualidade do solo, realizada mediante a comparação dos resultados analíticos com valores orientadores de qualidade de solo, a critério do órgão ambiental competente.

Para substâncias orgânicas, as concentrações permitidas no solo são as constantes na Tabela 2 do Anexo 6E.

O monitoramento dos parâmetros de fertilidade do solo deve ser realizado, no mínimo a cada 3 anos, quando houver aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado na área em questão.

O monitoramento dos parâmetros de fertilidade do solo deverá ser realizado antes de cada aplicação, no caso de lodo de esgoto ou produto derivado com estabilização alcalina.

O monitoramento de substâncias inorgânicas no solo deverá ser realizado nos seguintes casos:

I - a cada aplicação, sempre que estas substâncias inorgânicas forem consideradas poluentes limitantes da taxa de aplicação;

II - quando a carga acumulada teórica adicionada para qualquer uma das substâncias inorgânicas monitoradas alcançar 80% da carga acumulada teórica permitida estabelecida na Tabela 7, do item 10 deste Anexo, para verificar se as aplicações subsequentes são apropriadas; e

III - a cada 5 aplicações, nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade do solo.

O monitoramento de substâncias orgânicas no solo deverá ser realizado sempre que estas substâncias forem detectadas na caracterização do lote de lodo de esgoto ou produto derivado, devendo ser observadas as concentrações constantes da Tabela 2, do Anexo 6E, e os Anexos 6B e 6D, sendo que a frequência deste monitoramento deve ser estabelecida pelo órgão ambiental competente.

A critério do órgão ambiental competente, podem ser requeridos monitoramentos adicionais, incluindo-se o monitoramento das águas subterrâneas ou de cursos d'água superficiais.

A aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado na agricultura deve ser interrompida nos locais em que forem verificados danos ambientais ou à saúde pública.

14. RESPONSABILIDADES

São de responsabilidade do gerador e da UGL o gerenciamento e o monitoramento do uso agrícola do lodo de esgoto ou produto derivado.

Os resultados dos monitoramentos previstos nesta Resolução poderão a qualquer momento, ser auditados pelo órgão ambiental.

Quando comprovado o uso do lodo de esgoto ou produto com negligência, imprudência, Imperícia, má-fé ou inobservância dos critérios e procedimentos previstos nesta Resolução, a responsabilidade será de seu autor.

São considerados responsáveis solidários pela qualidade do solo e das águas em áreas onde será aplicado o lodo de esgoto ou produto derivado:

I - o gerador do lodo de esgoto ou produto derivado;

II - a UGL que encaminhar o lodo de esgoto ou produto derivado para aplicação no solo;

III - o proprietário da área de aplicação;

IV - o detentor da posse efetiva;

V - o técnico responsável;

VI - o transportador; e

VII - quem se beneficiar diretamente da aplicação.

O produtor, o manipulador, o transportador e o responsável técnico pelas áreas licenciadas, que irão receber aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado, deverão informar imediatamente ao órgão ambiental competente qualquer acidente ou fato potencialmente gerador de um acidente ocorrido nos processos de produção, manipulação, transporte e aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado, que importem em despejo acidental de lodo de esgoto ou produto derivado no meio ambiente.

15. DISPOSIÇÕES FINAIS

Para fins de fiscalização, a UGL deverá manter em arquivo todos os documentos referidos nesta Resolução, em especial os projetos agrônômicos, relatórios e resultados de análises e monitoramento, por um prazo mínimo de dez anos.

Em caso de falência, dissolução ou liquidação da UGL, os documentos devem ser entregues ao órgão ambiental para serem apensados ao processo de licenciamento.

As informações previstas nesta Resolução integrarão um banco de dados, organizado e mantido pelo órgão ambiental licenciador, que deverá garantir a ampla divulgação e utilização de seus dados.

A UGL deverá encaminhar ao órgão ambiental licenciador os resultados dos monitoramentos de solo e lodo de esgoto.

A UGL deverá informar, anualmente, ao órgão ambiental licenciador as propriedades que receberam o lodo de esgoto, produtos derivados e respectivas quantidades, que deverá torná-los públicos, preferencialmente por meio eletrônico.

ANEXO 6A - PROCESSOS PARA REDUÇÃO DE AGENTES PATOGÊNICOS E ATRATIVIDADE DE VETORES

A descrição dos processos de redução significativa de patógenos, redução adicional de patógenos e atratividade de vetores apresentados a seguir, foram baseados no estabelecido pela U.S.EPA, conforme 40 CFR PArt. 503 Appendix B, Federal Register, de 19 de fevereiro de 1993. As listas abaixo relacionam os processos aceitos para redução de patógenos e redução da atratividade de vetores. Outros processos poderão ser propostos, desde que haja comprovação de sua eficiência e seja aceito pelo órgão ambiental.

1. Processos de Redução Adicional de Patógenos

a) compostagem confinada ou em leiras aeradas (3 dias a 55°C no mínimo) ou com revolvimento das leiras (15 dias a 55°C no mínimo, com revolvimento mecânico da leira durante pelo menos 5 dias ao longo dos 15 do processo);

b) secagem térmica direta ou indireta para reduzir a umidade do lodo de esgoto ou produto derivado a 10% ou menos, devendo a temperatura das partículas de lodo de esgoto ou produto derivado superar 80°C ou a temperatura de bulbo úmido de gás, em contato com o lodo de esgoto ou produto derivado no momento da descarga do secador, ser superior a 80°C;

c) tratamento térmico pelo aquecimento do lodo de esgoto ou produto derivado líquido a 180°C, no mínimo, durante um período de 30 minutos;

d) digestão aeróbia termofílica a ar ou oxigênio, com tempos de residência de 10 dias a temperaturas de 55 a 60°C;

e) processos de irradiação com raios beta a dosagens mínimas de 1 megarad a 20°C, ou com raios gama na mesma intensidade e temperatura, a partir de isótopos de Cobalto 60 ou Césio 137 e f) processos de pasteurização, pela manutenção do lodo de esgoto ou produto derivado a uma temperatura mínima de 70°C, por um período de pelo menos 30 minutos.

g) processo de estabilização alcalina prolongada, pela adição de quantidade suficiente de reagente alcalino para elevação e manutenção do pH em no mínimo 12, por período mínimo de 30 dias.

2. Processos para Redução da Atratividade de Vetores Nesta lista está indicado, entre parênteses, o número do critério a ser observado para verificação da aceitabilidade do processo quanto à redução de atratividade de vetores.

a) digestão anaeróbia do lodo de esgoto ou produto derivado (critério 1 ou 2);

b) digestão aeróbia do lodo de esgoto ou produto derivado (critério 1 ou 3 ou 4 ou 5);

c) compostagem (critério 5);

d) estabilização química (critério 6 ou 11);

e) secagem (critério 7 ou 8);

f) aplicação subsuperficial (critério 9) e g) incorporação no solo (critério 10).

Estes processos serão aceitos apenas se forem atendidos os critérios especificados abaixo.

Critérios para verificar se o processo de tratamento adotado para o lodo de esgoto ou produto derivado reduz o potencial de disseminação de doenças por meio de vetores (ex. moscas, roedores, mosquitos):

critério 1 - relacionado à digestão aeróbia ou anaeróbia: a concentração de sólidos voláteis (SV) deve ser reduzida em 38% ou mais. A redução de SV é medida pela comparação de sua concentração no afluente, do processo de estabilização de lodo de esgoto ou produto derivado (digestão aeróbia ou anaeróbia), com a sua concentração no lodo de esgoto ou produto derivado pronto para uso ou disposição;

critério 2 - relacionado à digestão anaeróbia: caso a redução de 38% de SV do lodo de esgoto ou produto derivado não seja atingida, após o mesmo ser submetido a um processo de digestão anaeróbia, o processo adotado será aceito apenas se em escala de laboratório a mesma amostra de lodo de esgoto ou produto derivado, após um período adicional de 40 dias de digestão, com temperatura variando entre 30 e 37°C, apresentar uma redução de SV menor que 17%;

critério 3 - relacionado à digestão aeróbia: caso a redução de 38% de SV do lodo de esgoto ou produto derivado não seja atingida, após o mesmo ser submetido a um processo de digestão aeróbia, e o lodo de esgoto ou produto derivado possuir uma concentração de matéria seca (M.S.) inferior a 2%, o processo adotado será aceito apenas se em escala de laboratório a mesma amostra de lodo de esgoto ou produto derivado, após um período adicional de 30 dias de digestão, com temperatura mínima de 20°C, apresentar uma redução de SV menor que 15%;

critério 4 - relacionado à digestão aeróbia: após o período de digestão, a taxa específica de consumo de oxigênio (SOUR - Specific Oxygen Uptake Rate) deve ser menor ou igual a 1,5 mg O₂/[hora x grama de sólidos totais (ST)] a 20°C;

critério 5 - relacionado à compostagem ou outro processo aeróbio:

durante o processo, a temperatura deve ser mantida acima de 40° e por pelo menos 14 dias. A temperatura média durante este período deve ser maior que 45°C;

critério 6 - relacionado à estabilização química: a uma temperatura de 25°C, a quantidade de álcali misturada com o lodo de esgoto ou produto derivado, deve ser suficiente para que o pH seja elevado até pelo menos 12 por um período mínimo de 2 horas, permanecendo acima de 11,5 por mais 22 horas. Estes valores devem ser alcançados sem que seja feita uma aplicação adicional de álcali;

critério 7 - relacionado à secagem com ventilação forçada ou térmica para lodos de esgoto ou produto derivado que não receberam adição de lodos primários brutos: após o processo de secagem, a concentração de sólidos deve alcançar no mínimo 75% M.S., sem que haja mistura de qualquer aditivo. Não é aceita a mistura com outros materiais para alcançar a porcentagem exigida de sólidos totais;

critério 8 - relacionado à secagem por aquecimento ou ao ar para lodos de esgoto ou produto derivado que receberam adição de lodos primários brutos:

após o processo de secagem, a concentração de sólidos deve alcançar no mínimo 90% M.S., sem que haja mistura de qualquer aditivo. Não se aceita a mistura com outros materiais para alcançar a porcentagem exigida de sólidos totais;

critério 9 - relacionado à aplicação do lodo de esgoto ou produto derivado no solo na forma líquida: a injeção do lodo de esgoto ou produto derivado líquido sob a superfície será aceita como um processo de redução de atração de vetores se: não for verificada a presença de quantidade significativa de lodo de esgoto ou produto derivado na superfície do solo após uma hora da aplicação.

No caso de lodo de esgoto ou produto derivado classe A, a injeção do lodo de esgoto ou produto derivado deve ser feita num período máximo de até oito horas após a finalização do processo de redução de patógenos;

critério 10 - relacionado à aplicação do lodo de esgoto ou produto derivado no solo: nesta situação, o lodo de esgoto ou produto derivado deve ser aplicado e incorporado decorridas, no máximo, oito horas após sua descarga do processo de redução de patógenos.

critério 11 - processo de estabilização alcalina prolongada, pela adição de quantidade suficiente de reagente alcalino para elevação e manutenção do pH em no mínimo 12, por período mínimo de 30 dias, permanecendo com pH acima de 11 até a aplicação.

ANEXO 6B

CRITÉRIOS PARA AS ANÁLISES DE LODO DE ESGOTO OU PRODUTO DERIVADO

1. Determinação de substâncias inorgânicas

As análises de substâncias inorgânicas a serem realizadas nas amostras de lodo de esgoto ou produto derivado e de solo devem permitir a determinação da totalidade da substância pesquisada que esteja presente na amostra bruta.

Para a determinação dos elementos: As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Se e Zn nas amostras de lodo de esgoto ou produto derivado e de solo, deve-se empregar os métodos 3050 e 3051, estabelecidos no U.S.EPA SW-846, versão "on line" <<http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/main.htm#table>>. Os resultados devem ser expressos em g ou mg do parâmetro por kg de lodo em base seca.

Para determinação das substâncias orgânicas no lodo de esgoto ou produto derivado e no solo, deverão ser adotados os métodos U.S.EPA SW-846, última edição ou outros métodos internacionalmente aceitos.

Referência:

U.S. EPA - United State Environment Protection Agency. SW-846. Test Methods for Evaluating Solid Waste, Physical Chemical Methods.

2. Determinação da fertilidade do solo - pH, matéria orgânica, P, Ca, K, Mg, Na, H+Al, S, CTC e V% As determinações de pH, matéria orgânica, P, Ca, K, Mg, Na, acidez potencial (H+Al), soma de bases (S), capacidade de troca catiônica (CTC) e porcentagem de saturação em bases (V%) nos solos deverão ser realizadas de acordo com procedimento estabelecido por:

Referências:

RAIJ, B. van; GHEYI, H.R.; BATAGLIA, O.C. Determinação da condutividade elétrica e de cátions solúveis em extratos aquosos de solos. In Raij, B. van; Andrade, J.C.; Cantarella, H.; Quaggio, J.A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas, Instituto Agrônomo, 2001, p. 277-284.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Manual de métodos de análise do solo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1997, 212 p.

3. Determinação de pH, umidade, carbono orgânico, N total, N Kjeldahl, N amoniacal, N nitrato/nitrito, P total, K total, Ca total, Mg total, S total, Na total, e Sólidos voláteis e totais no lodo de esgoto ou produto derivado As determinações de pH, umidade, carbono orgânico, N total, N Kjeldahl, N amoniacal, N nitrato/nitrito, P total, K total, Ca total, Mg total, S total, Na total, e Sólidos voláteis e totais no lodo de esgoto ou

produto derivado deverão ser realizadas de acordo com os procedimentos adotados pela U.S. EPA SW-846 versão "on line" (<http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/main.htm#table>). BIGHAM (1996) apresenta a metodologia a ser adotada para carbono orgânico (NELSON & SOMMERS, 1996), P total (KUO, 1996), N amoniacal (BREMNER, 1996), N total (BREMNER, 1996) e N nitrato/nitrito (MULVANEY, 1996). Para sólidos voláteis e N Kjeldahl adotar método estabelecido por APHA et alii (2005). Os resultados devem ser expressos em mg do parâmetro por kg de lodo de esgoto ou produto derivado em base seca.

Referências:

BIGHAM, J.M. Methods of Soils Analysis. Part. 3. Chemical Methods.

Madison, WI. Soil Science Society of America and American Society of Agronomy.

Book Series nº 5, 1996.

NELSON, D.W. & SOMMERS, L.E., 1996. In: Bigham, J.M., p. 961-1010.

KUO, S, 1996. In: Bigham, J.M., p. 869-919.

BREMNER, J.M., 1996. In: Bigham, J.M., p. 1085-1121.

MULVANEY, R.L., 1996. In: Bigham, J.M., p. 1123-1200.

APHA - American Public Health Association; AWWA - American Water Works Association & WPCF - Water Pollution Control Federation, 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21 st ed. Washington, DC.

4. Determinação de condutividade elétrica em solo As determinações da condutividade elétrica no solo deverão ser realizadas de acordo com o procedimento estabelecido por CAMARGO et alii (1986) ou RAIJ et al. (2001) em extrato na relação 1:1.

Referências:

RAIJ, B. van; GHEYI, H.R.; BATAGLIA, O.C. Determinação da condutividade elétrica e de cátions solúveis em extratos aquosos de solos. In Raij, B. van; Andrade, J.C.; Cantarella, H.; Quaggio, J.A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas, Instituto Agronômico, 2001, p. 277-284.

CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C., JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S., 1986. Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos de Instituto Agronômico de Campinas. Boletim Técnico nº 106, Campinas, Instituto Agronômico.

5. Determinação de indicadores microbiológicos e patógenos Coliformes termotolerantes:

US Environmental Protection Agency. Environmental Regulations and Technology - Control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage Sludge (Including Domestic Septage). Under 40 CFR Part. 503. Appendix F: Sample Preparation for fecal coliform

test and Salmonella sp Analysis, p. 137, EPA/ 625/R-92/013, 2003. www.epa.gov/ORD/NRMRL/pubs CETESB. Coliformes fecais - Determinação em amostras de água pela técnica de tubos múltiplos com meio A1 - Método de ensaio. Norma Técnica CETESB L5-406, 1992, 20 p.

Salmonella:

US Environmental Protection Agency. Environmental Regulations and Technology - Control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage Sludge (Including Domestic Septage). Under 40 CFR Part. 503. Appendix F: Sample Preparation for fecal coliform test and Salmonella sp Analysis, p. 137, EPA/ 625/R-92/013, 2003. www.epa.gov/ORD/NRMRL/pubs Ovos viáveis de helmintos:

US Environmental Protection Agency. Environmental Regulations and Technology - Control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage Sludge (Including Domestic Septage). Under 40 CFR Part. 503. Appendix I -Test Method for Detecting, Enumerating, and Determining the Viability of Ascaris Ova in Sludge, p. 166, EPA/625/R-92/013, 2003. www.epa.gov/ORD/NRMRL/pubs Vírus entéricos:

Os vírus entéricos a serem pesquisados preferencialmente serão:

adenovírus e vírus do Gênero Enterovirus (Poliovírus, Echovírus, Coxsackievírus). Em situações especiais - endêmicas ou epidêmicas - (surtos de diarreia, hepatite A e outras viroses de transmissão fecal-oral), deve-se pesquisar rotavírus, vírus da hepatite A e outros, definidos pelo órgão ambiental, ouvido os órgãos competentes.

Referências:

US Environmental Protection Agency. Environmental Regulations and Technology - Control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage Sludge (Including Domestic Septage). Under 40 CFR Part. 503. Appendix H - Method for the recovery and assay of total culturable viruses from sludge, p. 150, EPA/ 625/R-92/013, 2003. www.epa.gov/ORD/NRMRL/pubs CETESB. Método de concentração de lodo de esgoto para isolamento de enterovírus. Norma Técnica CETESB L5.506, 1988, 23p.

CETESB. Identificação de Enterovírus - Método de Ensaio. Norma Técnica CETESB L5.504, 1985, 22p.

Reação de amplificação em cadeia pela polimerase (PCR) para pesquisa de vírus DNA como adenovírus:

SANTOS, F.M.; VIEIRA, M. J.; MONEZI, T.A.; HÁRSI, C.M.;

MEHNERT, D.U. Discrimination of adenovirus types circulating in urban sewage and surface polluted waters in São Paulo city, Brazil. Water Science Technologie, Water Supply vol. 4 (2): 79-85, 2004.

Reação de transcrição reversa seguida de amplificação em cadeia pela polimerase (RT-PCR) para pesquisa de vírus RNA como Gênero Enterovirus (Poliovírus, Echovírus, Coxsackievírus), Rotavírus, Hepatite A e outros:

ARRAJ, A., BOHATIER, J. LAVERAN, H. AND TRAORE, O.

Comparison of bacteriophage and enteric virus removal in pilot scale activated sludge plants. *J. Applied Microbiol.* 98: 516-524, 2005.

FORMIGA-CRUZ, M., HUNDESA, A., CLEMENTE-CASARES, P., ALBINANA-GIMENEZ, N., ALLARD, A., GIRONEZ, R. Nested multiplex PCR assay for detection of human enteric viruses in shellfish and sewage. *J. Virol.*

Method, 125: 111-118, 2005.

Método de diluição end-point com cálculo de título por método de Reed-Muench e resultado expresso em DICT50 por 4 g:

HAWKE, A. General principles underlying laboratory diagnosis of viral infections. IN: E.H. Lennette; N.G. Schmidt (ED.) - *Diagnostic procedures for viral, rickettsial and chlamydial infections.* Washington, D.C., APHA, 1979. P. 3-48.

Resultado expresso em Unidades Formadoras de Focos (UFF) por 4 g:

BARARDI, CRM, EMSLIE, K, VESEY, G; WILLIAMS, K. Development of a rapid and sensitive quantitative assay for rotavirus based on flow cytometry.

J. Virol. Method. 74: 31-38, 1998.

MEHNERT, D.U.; STEWIEN, K.E. Detection and distribution of rotaviruses in raw sewage and creeks in São Paulo, Brazil. *Appl. Environ.*

Microbiol., 59: 140-3, 1993.

6. Determinação da elevação de pH provocada por lodos de esgoto ou produto derivado tratados com cal A curva de elevação de pH será obtida por ensaio de incubação utilizando mistura solo-lodo de esgoto ou produto derivado conforme descrito a seguir:

a) Pesar 200 g do solo coletado no local onde se pretende fazer a aplicação do lodo de esgoto ou produto derivado e adicionar o correspondente às seguintes doses de lodo de esgoto ou produto derivado, em toneladas/ha (base seca): 0, 10, 20, 40, 80.

b) Homogeneizar a mistura e colocar em recipientes de material inerte.

c) Adicionar água de modo a manter a umidade a 70% da capacidade máxima de retenção de água do solo, ao longo de todo o experimento.

d) Os recipientes devem ser mantidos cobertos de maneira a evitar ressecamento. O ensaio deve ser feito com três repetições.

e) mostrar o solo dos tratamentos com a mistura solo/lodo de esgoto ou produto derivado nos tempos 7, 14, 30, 45 e 60 dias e determinar o pH em CaCl₂, conforme

RAIJ et al. (2001) ou EMBRAPA (1997), até que apresente valor constante em 3 determinações consecutivas.

f) A curva de elevação de pH será obtida através de gráfico da variação do pH final da mistura solo-lodo de esgoto ou produto derivado em função da dose (dose de lodo de esgoto ou produto derivado na abscissa e pH na ordenada).

Referências:

RAIJ, B. van; GHEYI, H.R.; BATAGLIA, O.C. Determinação da condutividade elétrica e de cátions solúveis em extratos aquosos de solos. In Raij, B. van; Andrade, J.C.; Cantarella, H.; Quaggio, J.A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas, Instituto Agrônomo, 2001, p. 277-284.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Manual de métodos de análise do solo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1997, 212 p.

ANEXO 6C

CÁLCULO DO NITROGÊNIO DISPONÍVEL NO LODO DE ESGOTO OU PRODUTO DERIVADO

Para o cálculo do nitrogênio disponível (N_{disp}) no lodo de esgoto ou produto derivado, deverão ser utilizadas as seguintes frações de mineralização (FM):

Lodo de esgoto não digerido 40%

Lodo de esgoto digerido aerobiamente 30%

Lodo de esgoto digerido anaerobiamente 20%

Lodo de esgoto compostado 10%

Referência:

NCDEHNR-North Carolina Department of Environment, Health and Natural Resources
- Division of Environmental Management, Land Application of Residual Solids, form
LARS 06/94, North Carolina, 1994.

Caso seja de interesse da UGL, poderão ser utilizadas frações de mineralização determinadas por meio de ensaios que adotem metodologias aceitas pelo órgão ambiental competente. Para produtos derivados estes ensaios deverão ser realizados.

O teor de N disponível do lodo de esgoto ou produto derivado é calculado pelas expressões:

Fórmula para cálculo do N_{disp} (mg/kg) para aplicação superficial

$$N_{disp} = (FM/100) \times (KKj\text{-}NNH_3) + 0,5 \times (NNH_3) + (NNO_3 + NNO_2)$$

Fórmula para cálculo do N_{disp} (mg/kg) para aplicação subsuperficial

$$N_{\text{disp}} = (FM/100) \times (NK_j - NNH_3) + (NNO_3 + NNO_2)$$

Dados necessários para o cálculo do N_{disp} :

fração de mineralização do nitrogênio (FM) (%);

Nitrogênio Kjeldahl (nitrogênio Kjeldahl = nitrogênio orgânico total + nitrogênio amoniacal (NK_j)) (mg/kg);

Nitrogênio amoniacal (NNH_3) (mg/kg);

Nitrogênio Nitrato e Nitrito ($NNO_3 + NNO_2$) (mg/kg).

As concentrações utilizadas nestes cálculos devem ser em mg do parâmetro por kg de lodo de esgoto ou produto derivado em base seca.

ANEXO 6D

CRITÉRIOS PARA AMOSTRAGEM DE SOLO E LODO DE ESGOTO OU PRODUTO DERIVADO

1. Amostragem de solo

O número de amostras de solo deverá ser representativo da área a ser avaliada. A área amostrada deverá ser subdividida em parcelas homogêneas nunca superiores a 20 hectares considerando o histórico de disposição de lodo de esgoto ou seus produtos derivados, a topografia, o tipo de solo e o tipo de cultura.

As parcelas deverão ser identificadas em mapa, em escala compatível, para o planejamento e o acompanhamento do monitoramento.

Em relação ao local da amostragem, deverá ser observado o seguinte critério:

- a) para culturas perenes, a amostragem deverá ser efetuada nas faixas adubadas com lodo de esgoto ou seus produtos derivados;
- b) para culturas anuais, a amostragem deverá ser efetuada, aleatoriamente, em ziguezague, em toda a área.

O tipo de amostragem deve ser selecionado em função dos parâmetros a serem analisados:

- a) Para substâncias não voláteis as amostras deverão ser compostas, para cada parcela homogênea, sendo que:
 - a.1) para a profundidade de 0-20 cm, deverão ser coletadas 10 (dez) sub-amostras formando 1(uma) amostra composta;

a.2) para a profundidade de 20-40 cm, deverão ser coletadas 2 (duas) sub-amostras formando uma amostra composta;

a.3) para cada parcela, as sub-amostras deverão se coletadas na mesma profundidade, colocadas em um recipiente de material inerte, para posterior homogeneização.

b) Para substâncias semi-voláteis ou voláteis, as amostras deverão ser simples, devendo ser coletada 1 (uma) amostra na profundidade de 0-20 cm e 1 (uma) amostra na profundidade de 20-40 cm.

O coletor das amostras deverá utilizar luvas descartáveis e evitar a contaminação cruzada da amostra.

Os requisitos básicos para acondicionamento, preservação e validade de amostras de solo deverão ser seguidos para cada parâmetro físico ou químico a ser determinado, de acordo com as instruções dos respectivos laboratórios de análise, para garantir a integridade das amostras.

2. Amostragem de lodo de esgoto ou produto derivado para análise de parâmetros inorgânicos, orgânicos e microbiológicos.

Toda a amostragem de lodo de esgoto ou produto derivado, tanto para caracterização inicial quanto para monitoramento, deverá atender aos requisitos estabelecidos na norma brasileira de amostragem de resíduos.

2.1. Amostragem de lodo de esgoto ou produto derivado para análise de parâmetros inorgânicos

2.1.1. Caracterização inicial Quando tratar-se de lodo de esgoto ou produto derivado digerido, a sua caracterização deverá ser feita por meio de análise de 4 (quatro) amostras simples, coletadas com defasagem mínima de 7 (sete) dias.

Quando o material amostrado não for digerido ou for heterogêneo, tal como pilhas de lodo de esgoto ou produto derivado em processo de compostagem ou secagem ao ar, a caracterização de substâncias inorgânicas deverá ser realizada a partir da coleta de 4 (quatro) amostras compostas, formadas por sub-amostras de iguais quantidades do material coletadas em diferentes pontos da pilha de amostragem.

2.1.2. Monitoramento A frequência de amostragem para fins de monitoramento deverá observar o estabelecido no Art. 10 desta Resolução.

A amostragem deverá observar os mesmos procedimentos descritos no item 2.1.1.

2.2. Amostragem de lodo de esgoto ou produto derivado para análise de parâmetros orgânicos Tanto a caracterização inicial quanto o monitoramento deverão seguir o estabelecido em relação à amostragem para análise de parâmetros inorgânicos, exceto no que se refere à formação de amostras compostas, visto que todas as amostras deverão ser simples.

2.3. Amostragem de lodo de esgoto ou produto derivado para análises microbiológicas e parasitológicas

2.3.1. Procedimento de coleta As coletas de lodo de esgoto ou produto derivado destinadas a análises microbiológicas deverão ser realizadas conforme descrito na publicação da agência ambiental americana (U.S.EPA) "Control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage Sludge" - EPA/625/R-92/013, de julho de 2003.

A quantidade mínima de amostras a ser coletada deverá ser de 1000 g (peso úmido).

2.3.2. Caracterização inicial Para caracterização inicial do lodo de esgoto ou produto derivado deverão ser coletadas pelo menos 15 amostras num período de 3 meses. Essa amostragem deverá ser planejada de forma que as coletas sejam realizadas a intervalos relativamente uniformes abrangendo todo esse período.

Quando o material amostrado for heterogêneo (pilhas de lodo de esgoto ou produto derivado em processo de compostagem ou secagem ao ar), para que sejam obtidos

resultados representativos, iguais quantidades do material deverão ser coletadas em diferentes pontos. Essas sub-amostras serão então combinadas e analisadas como uma amostra única, no conjunto de 15 amostras.

2.3.3. Monitoramento do lodo de esgoto ou produto derivado Para monitoramento deverá ser coletada uma amostra, em quadruplicata, de acordo com a frequência estabelecida na Tabela 1 do Art. 10 dessa Resolução.

A qualidade do lodo de esgoto ou produto derivado deverá ser também verificada antes da primeira aplicação e quando o lodo de esgoto ou produto derivado for vendido ou distribuído. A amostragem deverá observar os mesmos procedimentos descritos no item 2.3.2.

ANEXO 6E - LISTAS DE SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS A SEREM DETERMINADOS NO LODO DE ESGOTO OU PRODUTOS DERIVADOS E NO SOLO

Tabela 1 - Substância orgânica potencialmente tóxicas a serem determinadas no lodo de esgoto ou produto derivado

Substância	
BENZENOS CLORADOS	HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS
1,2-Diclorobenzeno	Benzo(a) antraceno
1,3-Diclorobenzeno	Benzo(a) pireno
1,4-Diclorobenzeno	Benzo(k) fluoranteno
1,2,3-Triclorobenzeno	Indeno(1,2,3-c,d) pireno
1,2,4-Triclorobenzeno	Naftaleno
1,3,5-Triclorobenzeno	Fenantreno
1,2,3,4- Tetraclorobenzeno	Lindano
1,2,4,5 - Tetraclorobenzeno	Poluentes Orgânicos Persistentes (POP's)
1,2,3,5 - Tetraclorobenzeno	Aldrin
Ésteres de ftalatos	Dieldrin
Di-n-butil ftalato	Endrin
Di (2-etilhexil)ftalato (DEHP)	Clordano
Dimetil ftalato	Heptacloro
Fenóis não clorados	DDT
Cresóis	Toxafeno
Fenóis clorados	Mirex
2,4-Diclorofenol	Hexaclorobenzeno
2,4,6-Triclorofenol	PCB's
Pentaclorofenol	Dioxinas e Furanos

Tabela 2 - Concentrações permitidas de substâncias orgânicas em solos agrícolas.

Substância	Concentração permitida no solo (mg/kg)
Benzenos Clorados	
1,2-Diclorobenzeno	0,73
1,3-Diclorobenzeno	0,39
1,4-Diclorobenzeno	0,39
1,2,3-Triclorobenzeno	0,01
1,2,4-Triclorobenzeno	0,011
1,3,5-Triclorobenzeno	0,5
1,2,3,4- Tetraclorobenzeno	0,16
1,2,4,5 - Tetraclorobenzeno	0,01
1,2,3,5 - Tetraclorobenzeno	0,0065

Ésteres de ftalatos		
---------------------	--	--

Di-n-butil ftalato		0,7
Di (2-etilhexil)ftalato (DEHP)		1
Dimetil ftalato		0,25
Fenóis não clorados		
Cresóis	0,16	
Fenóis clorados		
2,4-Diclorofenol		0,031
2,4,6-Triclorofenol		2,4 0,16
Pentaclorofenol		
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos		
Benzo(a)antraceno		0,025
Benzo(a)pireno		0,052
Benzo(k)fluoranteno		0,38
Indeno(1,2,3-c,d)pireno		0,031
Naftaleno		0,12
Fenantreno		3,3
Lindano		0,001

ANEXO 6F - MODELO DE DECLARAÇÃO A SER ENCAMINHADA PELA UNIDADE DE GERENCIAMENTO DE LODO DE ESGOTO OU PRODUTO DERIVADO - UGL AO PROPRIETÁRIO E AO ARRENDATÁRIO OU ADMINISTRADOR DA ÁREA DE APLICAÇÃO DO LODO DE ESGOTO OU PRODUTO DERIVADO

O interessado deverá apresentar, ao órgão ambiental, a declaração a seguir devidamente preenchida e assinada pelo representante da UGL e pelo proprietário, arrendatário ou administrador da área de aplicação.

Modelo de declaração

Parte 1: (a ser preenchida pela Unidade de Gerenciamento de Lodo - UGL)

- Nome da UGL
- Endereço - Método utilizado para redução de patógenos do lodo de esgoto ou produto derivado
- Processo utilizado para a redução de vetores
- Teor de umidade do lodo de esgoto ou produto derivado (%)
- Concentração de substâncias inorgânicas e agentes patogênicos

	Unidade	Concentração (base seca)	Data de análise
Arsênio	mg/kg		
Bário	mg/kg		
Cádmio	mg/kg		
Cromo	mg/kg		
Cobre	mg/kg		
Chumbo	mg/kg		
Mercúrio	mg/kg		
Molibdênio	mg/kg		
Níquel	mg/kg		
Selênio	mg/kg		
Zinco	mg/kg		
Coliformes termotolerantes	NMP/g MS		
Vírus entéricos	UFP/4g ou UFF/4g MS		
Ovos viáveis de helmintos	Nº de ovos viáveis/4g MS		

- Concentração de N disponível no lodo de esgoto ou produto derivado, em mg/ kg (base seca), calculado conforme Anexo III:

data das análises: _____ N disponível: _____

- Taxa de Aplicação

- Tipo de cultura na qual será aplicado o lodo de esgoto ou produto derivado
- Denominação da área de aplicação
- Endereço do local de aplicação
- Campo/Parcela - Área de aplicação (hectares)
- Quantidade aplicada (m³ ou kg) - Método de aplicação
- Método usado em campo para redução de atração de vetores (se aplicável)

Obs: Em caso de diferentes culturas ou modos de aplicação, deverão ser preenchidas declarações correspondentes.

Estou ciente que, no caso de falsidade das declarações aqui prestadas, poderei ser responsabilizado, administrativa, civil e penalmente, conforme legislação pertinente em vigência.

Nome e assinatura do responsável pela UGL: _____

Data: _____

Parte 2: (a ser preenchida pelo proprietário, arrendatário ou administrador)

Eu, _____, RG nº _____, proprietário da (sítio, fazenda, etc.) _____, localizada (endereço) _____, coordenadas geográficas (UTM) _____, concordo com a aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado em minha propriedade, comprometendo-me a seguir as orientações constantes do projeto elaborado pela UGL.

Nome e assinatura do proprietário: _____

Data: _____

ANEXO 6G - RECOMENDAÇÕES QUANTO AO TRANSPORTE

1. O lodo de esgoto ou produto derivado somente será carregado e retirado da ETE ou UGL mediante a apresentação pelo motorista do caminhão, do Termo de Responsabilidade (no 1 carregamento) e do Formulário de Controle de Retirada.
2. O motorista deve estar devidamente cadastrado e credenciado na empresa geradora do lodo de esgoto ou produto derivado.
3. Para o transporte deverão ser utilizados caminhões com carrocerias totalmente vedadas, tais como os caminhões basculantes, equipados com sistema de trava para impedir a abertura da tampa traseira, lona plástica para cobertura, cone de sinalização, pá ou enxada e um par de luvas de látex.
4. É proibido qualquer tipo de coroamento nos caminhões (altura da carga ultrapassando a altura da carroceria).
5. Os caminhões devem possuir algum tipo de sistema de comunicação para uso imediato em caso de ocorrência de sinistro.
6. Em caso de sinistro em vias públicas, com derramamento de lodo de esgoto, todos os procedimentos para limpeza são de responsabilidade da empresa transportadora do lodo de esgoto ou produto derivado.
7. Todos trabalhadores em contato com o lodo de esgoto ou produto derivado deverão sempre utilizar luvas de proteção plásticas ou de couro. Também é requerido o uso de calçado adequado, sapatos ou botas de couro ou plástico, sendo proibido o uso de sandálias e outros calçados abertos.
8. Ao término dos serviços lavar com água e sabão as luvas, os calçados e as mãos.
9. Devera ser observada a limpeza dos pneus na saída dos caminhões da ETE ou UGL.

Termo de Responsabilidade do Transportador do lodo de esgoto de esgoto ou produto derivado

_____, ____ de _____ de 200__.

Eu, _____, portador do documento de identidade nº _____, declaro ter sido contratado pela empresa _____ para realizar o transporte do produto lodo de esgoto ou produto derivado entre a Estação de Tratamento de Esgoto da Companhia de Saneamento ou UGL _____ e a propriedade do usuário-aplicador situada _____. Declaro que farei o transporte, em conformidade com as recomendações da Companhia de Saneamento _____, utilizando caminhões com carrocerias totalmente vedadas, equipados com sistema de trava para impedir a abertura da tampa traseira, lona plástica para cobertura, cone de sinalização, pá ou enxada e um par de luvas de látex.

Informo estar ciente de que o produto somente poderá ser entregue na propriedade definida no Projeto Agrônômico no _____, sendo que qualquer problema que venha a ocorrer durante o transporte ou em decorrência dele será de minha inteira responsabilidade.

CONTROLE DE RETIRADA DO LODO DE ESGOTO OU PRODUTO DERIVADO

Logotipo Cia. de Saneamento	Controle de Retirada do lodo de esgoto por Terceiros	Projeto nº
		Documento
		Revisão/Data

Data ____ / ____ / ____		Nº
Destino: _____		Cidade: _____
Volume Retirado: _____ m ³		
Local de Retirada: Aterro Pátio Prensa		
Motorista: _____		
RG: _____		
Transportadora: _____		
Placa do Veículo: _____		
Motorista declara estar ciente das precauções para o transporte de lodo de esgoto ou produto derivado descritas no verso:		
Assinatura do motorista transportador		
Via da portaria		
Ao sair, é obrigatória a entrega deste boleto preenchido na portaria da ETE ou UGL.		
Logotipo Companhia de Saneamento	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO _____ Data: ____ / ____ / ____ Volume de lodo de esgoto ou produto derivado retirado: _____ m ³	
Precauções para o transporte do lodo de esgoto ou produto derivado.		
1. O caminhão ou camioneta deverá ter trava de carroceria e a carroceria deverá ser totalmente vedada. 2. A carroceria deverá estar coberta com lona plástica. 3. O veículo deverá ter durante a viagem, uma pá e/ou enxada e um cone de sinalização. 4. Para contato direto com o lodo de esgoto ou produto derivado, usar luvas, e após este contato lavar as mãos e o calçado com água e sabão.		
ETE ou UGL: _____		

Endereço da ETE ou UGL:

Via do motorista transportador

ANEXO 6H

ROTEIRO PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO AGRONÔMICO

Para a elaboração de projetos de aplicação de Iodos de esgoto ou produto derivado na agricultura, deve ser observado o seguinte roteiro:

1. Caracterização da instalação de tratamento de esgoto - ETE ou UGL

Apresentar descrição do sistema de tratamento incluindo a localização da estação de tratamento, a sua capacidade operacional, as características da bacia de drenagem de esgoto, o tipo de tratamento, o fluxograma simplificado do processo, as várias unidades do sistema e o volume de lodo de esgoto ou produto derivado gerado.

2. Caracterização do Iodo de esgoto ou produto derivado

Apresentar caracterização do Iodo de esgoto ou produto derivado, observando-se o estabelecido no Art. 7º desta Resolução.

Apresentar o ensaio para determinação de elevação de pH provocada pela aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado no solo, conforme item 6, do Anexo 6B desta Resolução, no caso de Iodos de esgoto ou produto derivado tratados com cal.

Apresentar de forma detalhada a descrição dos processos adotados para redução de agentes patogênicos e de atratividade de vetores.

3. Caracterização das áreas de aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado

Apresentar nome e endereço do proprietário da área e declaração da UGL, conforme Anexo 6F desta Resolução.

3.1. Localização

Apresentar plantas planialtimétricas de situação dos locais de aplicação propostos, com a escala mínima de 1:10.000, abrangendo até 500 m dos limites da aplicação, trazendo indicações dos seguintes elementos:

- a) indicação do uso do solo na área a ser utilizada para a aplicação;
- b) coordenadas geográficas (UTM) das áreas de aplicação;
- c) localização de nascentes e olhos d'água;
- d) localização de corpos d'água, indicando sua largura;
- e) localização de lagoas, lagos, reservatórios, captações, poços de abastecimento de água, residências;
- f) localização de matas nativas remanescentes;
- g) levantamento das unidades de conservação incidentes;
- h) descrição da vizinhança; e
- i) acessos ao local.

Nos locais onde não se dispuser do levantamento planialtimétrico na escala 1:10.000, serão aceitos, excepcionalmente, os levantamentos na escala 1:50.000, complementados por descrição detalhada da área e croqui com indicação das declividades das áreas de aplicação.

3.2. Caracterização do solo das áreas de aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado Apresentar caracterização do solo, observando-se o estabelecido no Art. 21 desta Resolução, devendo ser incluída planta com a localização dos pontos de amostragem.

4. Taxa de aplicação do lodo de esgoto ou produto derivado Apresentar a taxa de aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado no solo observando o estabelecido no Art. 17 desta Resolução, para cada área.

5. Armazenamento e transporte do lodo de esgoto ou produto derivado Apresentar detalhamento dos sistemas de armazenamento e transporte de lodo de esgoto ou produto derivado, os quais deverão atender ao estabelecido nos arts. 19 e 20 e no Anexo 6G desta Resolução.

6. Planos de aplicação e manejo Apresentar plano de aplicação do lodo de esgoto ou produto derivado e de manejo da área, atendendo ao Art. 18 desta Resolução e demais exigências desta Resolução, incluindo:

a) descrição da seqüência da aplicação do lodo de esgoto ou produto derivado detalhando períodos previsto para a aplicação ao longo do ano;

b) indicação em planta das culturas de cada parcela e

c) descrição do manejo detalhando época de plantio e/ou desenvolvimento da cultura.

7. Relatório de operação Elaborar relatório de operação, que deve ser mantido em arquivo pela UGL, onde devem constar os registros da operação, contemplando minimamente:

a) origem do lodo de esgoto ou produto derivado;

b) caracterização do lodo de esgoto ou produto derivado;

c) data da aplicação do lodo de esgoto ou produto derivado;

d) localização da aplicação do lodo de esgoto ou produto derivado (local, campo, ou no da parcela);

e) massa de lodo de esgoto ou produto derivado aplicado em toneladas (base seca) por hectare;

f) totais anuais de lodo de esgoto ou produto derivado aplicado em toneladas secas por hectare;

g) totais acumulados, desde o início da aplicação, em quilogramas por hectare, de cada metal avaliado;

h) método de aplicação;

i) tipo de vegetação existente ou cultura a ser implantada no local;

j) quantidade de nitrogênio disponível aplicado, em kg/hectare;

l) observações quanto à ocorrência de chuvas por ocasião da aplicação e condições do solo quanto a erosões.



8. Monitoramentos Apresentar descrição detalhada dos monitoramentos propostos para o acompanhamento da aplicação do lodo de esgoto ou produto derivado, observando-se o disposto nos arts. 10 e 21 desta Resolução.

Deverão ser propostos modelos de relatório dos monitoramentos, do lodo de esgoto ou produto derivado e do solo das áreas de aplicação, a serem efetuados pelo responsável pela aplicação do lodo de esgoto ou produto derivado.

9. Anotação de Responsabilidade Técnica Apresentar a Anotação de Responsabilidade Técnica - ART. do projeto agrônomo proposto. No preenchimento da ART. deverá ser indicado o responsável pelo projeto quanto à escolha do local, taxa de aplicação e escolha do tipo de cultura, trazendo a anotação de tipo 1 no campo 6.

10. Informações adicionais A critério do órgão ambiental poderão ser exigidas informações adicionais que não constam deste roteiro.

ANEXO 6-I

CADASTRO DE CARACTERIZAÇÃO DE UNIDADE DE GERENCIAMENTO DE LODO DE ESGOTO SANITÁRIO PARA USO AGRÍCOLA					CCUGL
Documento destinado ao cadastramento de UNIDADES DE GERENCIAMENTO DE LODO DE ESGOTO SANITÁRIO PARA QUALQUER MODALIDADE de licenciamento ambiental					
 GOVERNO DO ESTADO PARANÁ SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS		 INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ		01 USO DO IAP 01 protocolo sid	
CADASTRO DE CARACTERIZAÇÃO DE UNIDADE DE GERENCIAMENTO DE LODO DE ESGOTO SANITÁRIO PARA USO AGRÍCOLA		Instituto Ambiental do Paraná Diretoria de Controle de Recursos Ambientais			
02 IDENTIFICAÇÃO DO REQUERENTE					
02 NOME (PESSOA FÍSICA)/RAZÃO SOCIAL (PESSOA JURÍDICA)			03 CPF (PESSOA FÍSICA)/CNPJ (PESSOA JURÍDICA)		
04 RG (PESSOA FÍSICA)/NSCRIPTION ESTADUAL (PESSOA JURÍDICA)			05 TELEFONE (DDD - NUMERO)	06 FAX (DDD - NUMERO)	
07 ENDEREÇO					
08 BAIRRO		09 MUNICÍPIO/UF		10 CEP	
11 NOME PARA CONTATO			12 CARGO	13 TELEFONE PARA CONTATO)	
03 UNIDADE DE GERENCIAMENTO DE LODO DE ESGOTO SANITÁRIO					
16 ENDEREÇO			17 BAIRRO	18 MUNICÍPIO/UF	
19 CEP	20 COORDENADAS GEOGRÁFICAS E/OU UTM		21 BACIA HIDROGRÁFICA		22 INVESTIMENTO TOTAL (EM UPF/PR)
23 ORIGEM DO LODO DE ESGOTO					
24 ETE	25 MUNICÍPIO	26 POPULAÇÃO ATENDIDA	27 SISTEMA DE TRATAMENTO	28 FREQUÊNCIA DE DESCARTE	29 PRODUÇÃO DE LODO (T M.S./MES)
30 CAPACIDADE MENSAL DE PROCESSAMENTO DE LODO BRUTO PELA UGL:			31 PORTE DA UGL: ETE DE PORTE _____ (ENTRE _____ E _____ T M.S./ANO)		
32 ESTADO FÍSICO DO LODO PROCESSADO:			33 QUANTIDADE MENSAL DE LODO PROCESSADO:		
34 DESCRIÇÃO SUMÁRIA DO PROCESSAMENTO					

50 CROQUI DA SITUAÇÃO (DETALHAR RIOS PRÓXIMOS DO EMPREENDIMENTO; CITAR E LOCALIZAR VIAS DE ACESSO; MENCIONAR OCUPAÇÕES DAS ÁREAS VIZINHAS COM INDICAÇÃO DE DISTÂNCIA)

4

05 RESPONSÁVEL PELAS INFORMAÇÕES

51 NOME COMPLETO

52 CPF - CADASTRO DE PESSOA FÍSICA

53 LOCAL E DATA

**ASSUMO SOB AS PENAS DA LEI, QUE AS INFORMAÇÕES
PRESTADAS SÃO VERDADEIRAS**

54 ASSINATURA

Anexo 6j - Diretrizes para Apresentação do Plano de Gerenciamento de Utilização Agrícola de Lodo de Esgoto

Os planos de gerenciamento de utilização agrícola de lodo de esgoto para unidades de gerenciamento de lodo – ugl's deverão ser elaborados e apresentados para análise do iap em 02 (duas) vias, acompanhados da respectiva anotação de responsabilidade técnica - art, conforme dispõe a lei no 6.496/77, devendo abordar os seguintes itens:

1. Diagnóstico

1.1. Informações cadastrais

1.1.1. Localização

1.1.2. Abastecimento de água

1.1.3. Corpo d'água receptor

1.1.4. Área da ETE/UGL

1.2. Descrição do processo de tratamento do lodo de esgoto

1.2.2. Processo de tratamento do esgoto

1.2.3. Processamento do lodo de esgoto

1.2.4. Descrição da área de armazenamento de lodo de esgoto

1.2.5. Disposição final do lodo de esgoto

2. Descrição geral da área de aplicação

2.1. Caracterização geral da área

2.1.1. Localização geográfica

2.1.2. Clima

2.1.3. Relevo, geologia e geomorfologia

2.1.4. Hidrologia

2.1.5. Características dos solos predominantes

2.1.6. Contexto agrícola

2.1.7. Restrições locacionais

3. Processo de higienização e controle de qualidade do lodo higienizado

3.1. Descrição do processo de higienização

3.1.1. Metodologia de amostragem de lodo de esgoto

3.2. Características agronômicas

3.3. Características sanitárias

3.3.1. Características da cal e dosagens a serem utilizadas

3.3.2. Características sanitárias para o lodo a ser disposto na agricultura

3.4. Estabilização do lodo

3.4.1. Grau de estabilização do lodo

3.5. Metais pesados

3.6. Liberação dos lotes

4. Destinação agrícola do lodo de esgoto

4.1. Quantidade de lodo produzido na ugl

4.2. Restrições e usos potenciais do lodo de esgoto na agricultura

4.3. Usuários potenciais

4.4. Período de demanda

4.4.1. Épocas de preparo do solo e plantio

4.5. Carregamento e transporte até as propriedades agrícolas

4.5.1. Medidas de emergência em caso de acidentes

5. Recomendação agronômica

5.1. Seleção de áreas para aplicação do lodo de esgoto

5.2. Estrutura da recomendação agronômica

5.3. Amostragem e análise de solo

5.4. Taxa de aplicação de lodo e adubação complementar

5.5. Práticas de manejo e conservação do solo

5.6. Aplicação e incorporação do lodo de esgoto no solo

5.6.1. Depósito temporário na propriedade

6. Monitoramento

6.1. Monitoramento ambiental

6.1.1. Monitoramento da fertilidade do solo

6.1.2. Monitoramento do acúmulo de metais pesados

6.1.3. Monitoramento de substâncias orgânicas

6.2. Banco de dados

6.3. Relatório anual